

# Los Procesos Instruccionales en la Algoritmia para la Programación: Entidades simples y mixtas resultantes del Análisis Ontosemiótico- Epistémico de un ejemplo sencillo de Algoritmia para la Programación<sup>1</sup>

Aída Taiana, Cristina Alarcón, Gracia María Gagliano, María Alicia Morelli

*Departamento de Matemática, Escuela de Formación Básica*

*Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario*

*Av. Pellegrini 250, Rosario, Argentina*

*ataiana@fceia.unr.edu.ar*

## Abstract

The present paper continues the theoretical model of Algorithm Didactics applied to Programming initiated by GIDMyA<sup>2</sup> in a constant search for improving teaching processes in the field. The research framework of our work is within Mathematical Didactics taking as its framework the Theory of Ontosemiotic-Epistemological Functions described by Godino, Granada University, Spain. In this paper, we advance in the ontosemiotic-epistemological analysis, making further refinements to a particular simple example that is based on a structure of conditioned repetition. In this analysis, we have detected and tested the presence of several entities found in our previous research. In our research work, based on the deconstruction of smaller elemental units, we have been able to find the essential elements that constitute the triplet: logos, praxis, and language. We have found argument, functional property, representation-action, syntactic notation, and also sub-entities.

**Keywords:** ontosemiotic-epistemological analysis, didactics, algorithm, programming

## Resumen

El presente trabajo da continuidad a la modelización teórica de la Didáctica de la Algoritmia para la Programación iniciada por el GIDMyA<sup>2</sup>, en la búsqueda de mejorar los procesos instruccionales de esa disciplina. El marco teórico de la investigación se encuentra inmerso en la Didáctica de la Matemática, tomando como marco de referencia la Teoría de las Funciones Ontosemióticas Epistemológicas de Godino, Universidad de Granada, España.

En este trabajo profundizamos el análisis ontosemiótico-epistémico ya iniciado, aplicándolo a un ejemplo particular sencillo que hace uso de una estructura de repetición condicionada. En dicho análisis, detectamos y testamos la presencia de varias de las entidades que halláramos en nuestras investigaciones previas. El mismo consiste en la descomposición de unidades elementales más pequeñas. Encontramos en los elementos esenciales constitutivos del triplete: logos, lenguaje y praxis, entidades tales como: argumentación, propiedad funcional, representación-acción, notación sintáctica y, además, las que denominamos subentidades.

**Palabras claves:** análisis ontosemiótico-epistémico, didáctica, algoritmia, programación

---

<sup>1</sup>Trabajo de investigación dentro del Proyecto 2005 de investigación en Educación Matemática: Fundamentos de la Didáctica de la Matemática en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Algoritmia aprobado en enero del 2005 ING129 Expediente N° 70779 / 388 Resolución CS N° 577 / 2005. Dir: Aída Taiana.

<sup>2</sup> Grupo de Investigación en Didáctica de la Matemática y la Algoritmia

# 1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo forma parte de un proyecto de investigación que se orienta al diseño e implementación de trayectorias didácticas que posibiliten una adecuada comprensión de los conceptos intervinientes en la Algoritmia para la Programación en carreras clásicas de ingeniería.

Se dice que esta famosa “fórmula” describe una identidad ineludible:

**BUEN ALGORITMO = LÓGICA DE PENSAMIENTO CORRECTA + PRECISIÓN DE SINTAXIS**

Pero..., ¿cuál es el trasfondo de esta fórmula? ¿Cómo se logran cada uno de estos sumandos? No es cosa sencilla llegar a tener una buena lógica de pensamiento, es imprescindible la precisión en la sintaxis, pero..., hace falta algo más. Los conceptos dentro de la Programación no son transparentes, el proceso instruccional necesita cuidados especiales.

Desde nuestra experiencia como docentes-investigadores de la Cátedra de Informática, observamos errores en nuestros alumnos que se repiten año a año en la búsqueda de construir algoritmos. Es por ello que consideramos relevante la idea de problematizar los distintos conceptos que intervienen en la programación en pos de mejorar el proceso instruccional de la misma. Consideramos que estos errores tienen que ver con lo que en la Didáctica de la Matemática Brousseau llama obstáculos epistemológicos [2].

En los procesos de enseñanza/aprendizaje de la Algoritmia para la Programación, sobrevienen situaciones que suelen generar obstáculos epistemológicos y por qué no, didácticos [2].

En el intento de minimizar la problemática de esas situaciones didácticas comenzamos a trabajar en esta propuesta de investigación educativa.

Siendo la Informática una parte constitutiva de la Matemática, afirmación avalada por la Clasificación de la Matemática del Mathematical Reviews, 1979 [3], abordamos el tema desde la perspectiva de la Didáctica de la Matemática, tomando como marco teórico de referencia teorías propias de la misma.

Consideramos que los procesos de enseñanza/aprendizaje de la Algoritmia para la Programación responden a supuestos similares a los que constituyen la transmisión del conocimiento matemático, a pesar de que tienen connotaciones específicas distintas en lo que se refiere a su conceptualización, debido fundamentalmente a la presencia del ordenador como factor determinante de sus identidades.

Estamos en la búsqueda de un modelo teórico que represente el proceso instruccional de la Algoritmia para la Programación ya que consideramos que:

*“...Como objeto básico para el análisis cognitivo (tanto en su dimensión institucional como personal) proponemos los sistemas de prácticas manifestadas por un sujeto (o el seno de una institución) ante una clase de situaciones-problema...”* [7].

En los inicios de nuestra investigación realizamos un análisis semiótico de textos clásicos de Algoritmia y Programación. Esto nos permitió detectar entidades simples constitutivas de las componentes del triplete que definieron como Logos, Praxis y Lenguaje [4], extendiendo criterios previos [13].

Desde el análisis ontosemiótico-epistémico que realizamos en estos textos específicos de la disciplina, detectamos la presencia de definiciones diferentes para determinados contenidos conceptuales y aún más, casos de no definición de vocablos aunque sí se los usa con el significado que intuitivamente surge de la vida cotidiana.

Oportunamente abordamos la modelización de la didáctica de las estructuras de control, en particular las de repetición condicionadas [10]. Presentamos resultados preliminares de los elementos intervinientes y constitutivos de las mismas. Para ello realizamos un análisis ontosemiótico del material

correspondiente, dentro de un texto de Programación Estructurada que consideramos de gran valor didáctico, en lo que se refiere a la transmisión de los conceptos que hacen al tema que nos compete [1]. En este trabajo presentamos la consolidación del modelo teórico desarrollado hasta ahora para las estructuras de control de procesos iterativos condicionados. Aplicamos el análisis ontosemiótico a una situación problema que aparece como última unidad: U3.6 [10] y realizamos un refinamiento del mismo.

La postura adoptada por nuestro grupo de investigación, partiendo de la visión del significado como uso [14] sostiene que no es posible analizar la enseñanza de un contenido sin considerar, en primer lugar, su problematización [12]. Es decir, abordar la multiplicidad de problemáticas que se originan en torno a la relación entre las diferentes representaciones del objeto de enseñanza: las representaciones científicas de referencia, las representaciones institucionales deseables y las representaciones de los estudiantes.

## 2 MARCO TEÓRICO

Dentro de la Didáctica de la Matemática elegimos el enfoque de investigación semiótico-antropológico basado en la *Teoría de las Funciones Semióticas* [6] donde se amplía la noción sistémica de significado, inspirada en la formulación de un concepto [13]. Vergnaud considera un concepto como un triplete conformado por el conjunto de invariantes que lo constituyen, las situaciones que lo hacen significativo y las representaciones simbólicas asociadas. Para Godino las tres componentes que definen y caracterizan al concepto son, en correspondencia con las de Vergnaud, su logos, su praxis y su lenguaje. En trabajos anteriores identificamos las componentes de los tripletes de los conceptos: dato y variable, elementos esenciales y básicos de la programación [9].

Las estructuras de control, por su complejidad [10], necesitan un análisis más profundo que el que hiciéramos para el dato y la variable, por lo tanto, incluimos en su estudio elementos mixtos de las tres componentes del triplete de Godino.

En su teoría, Godino caracteriza el análisis semiótico *a priori*, como una etapa importante para identificar el sistema de entidades que se ponen en juego en el estudio de un contenido. Permite identificar el *significado institucional pretendido* y constituye una base para la construcción e implementación de trayectorias didácticas adecuadas. El análisis didáctico debe establecer con claridad cuáles son los aspectos del contenido que se desea que los alumnos adquieran en cierto contexto. Para ello es fundamental reconocer las situaciones problemáticas de las que han emergido o a las que han dado respuesta los conceptos, proposiciones y teorías matemáticas que el contenido involucra, los usos característicos de dichas conceptualizaciones, las notaciones y las representaciones típicamente asociadas a ellas. En definitiva, identificar el sistema de entidades que se ponen en juego en el estudio del tema, que requerirán procesos instruccionales específicos. El análisis debe permitir describir el significado institucional pretendido y la distribución de sus elementos, es decir, brindar las bases para construir la *trayectoria epistémica* [6].

Dicha construcción implica un análisis crítico de las prácticas significativas, en torno al objeto en estudio, que se realizan en la institución universitaria.

Coincidimos con Godino en que los procesos comunicativos que tienen lugar en la enseñanza/aprendizaje de objetos matemáticos, en nuestro caso particular, los objetos algorítmicos, requieren de un estudio más profundo y amplio de las relaciones dialécticas entre pensamiento (las ideas algorítmicas), el lenguaje de la Programación (sistemas de signos) y las situaciones-problemas para cuya resolución se crean tales recursos [7].

A partir de la concepción del *significado sistémico* de un objeto como entidad compuesta de elementos y relativa a los contextos institucionales, la comprensión de un concepto por un sujeto, en un momento y circunstancias dados, puede interpretarse como la apropiación de los distintos elementos que componen los significados institucionales correspondientes. Estos elementos pueden ser: las expresiones verbales, simbólicas y gráficas asociadas al objeto, las situaciones prototípicas donde se usa, los procedimientos y algoritmos empleados en la resolución de los problemas, las definiciones características, sus propiedades y relaciones con otros objetos, los tipos de argumentos empleados en la validación o comprobación de propiedades. Los elementos mencionados conforman las seis categorías de entidades primarias que la Teoría de las Funciones Semióticas distingue como constituyentes de los sistemas de prácticas: *el lenguaje* (escrito, oral, gráfico), *las situaciones problema*, *las acciones* (operaciones, algoritmos, procedimientos, técnicas), *los conceptos* (definiciones), *las propiedades* (proposiciones) y *los argumentos* (justificaciones, validaciones). El análisis epistémico a priori implica determinar o caracterizar el significado institucional pretendido del contenido, considerando todos los aspectos antes mencionados [6].

En el análisis del texto, centramos nuestro interés en las trayectorias epistémicas, considerando cómo las autoras articularon elementos situacionales, actuativos, lingüísticos, conceptuales, proposicionales y validativos en la presentación del tema. El procedimiento adoptado para el análisis consistió en la descomposición del texto en unidades (refinamiento). Comenzamos dividiendo cada texto en unidades semióticas globales, que nos permitieron interpretar la secuencia argumentativa utilizada por cada autor, dividiéndolas luego en subunidades, para un análisis más detallado.

### 3 ANÁLISIS ONTOSEMIÓTICO

Para este trabajo elegimos la unidad U3.6, dentro de las unidades detectadas en el análisis ontosemiótico [10]. Se trata de la resolución algorítmica de un problema matemático a la que consideramos como un texto en sí misma. Luego detectamos las entidades encontradas en el texto, del cual fue extraído el ejemplo, realizando un refinamiento del modelo.

#### 3.1 Análisis ontosemiótico previo

A continuación presentamos la parte final de la tabla construida en dicha investigación a efectos de enmarcar el problema de interés (Tabla 1).

En el análisis ontosemiótico realizado dividimos el texto seleccionado en unidades semióticas, transcribiendo algunas textualmente o sustituyendo otras por una síntesis interpretativa.

Así, la Tabla 1 posee cuatro columnas:

- en la primera identificamos numéricamente cada unidad semiótica global y sus respectivas subunidades,
- en la segunda figuran las transcripciones o resúmenes antes mencionados,
- en la tercera figuran los elementos del triplete y,
- en la cuarta figuran las entidades emergentes primarias [4] y mixtas.

A continuación transcribimos el final de la descomposición realizada sobre el texto [1] a fin de identificar la unidad sobre la que aplicamos nuevamente el análisis ontosemiótico.

**Tabla 1: Parte del análisis ontosemiótico de las estructuras de control**

Unidad	Transcripción o resumen de la Unidad	Elementos del triplete	Entidades emergentes
U3.4	<i>“La cantidad de veces que se ejecutarán las acciones 1, 2, 3, ..., n, no es conocida de antemano. El predicado de control es evaluado, antes de cada ejecución de la secuencia. Si éste resulta verdadero, la secuencia es ejecutada; si el predicado resulta falso, finaliza la repetición.”</i>	logos	concepto
U3.5	Al igual que en el repetir, las autoras resaltan la única entrada y la única salida de esta estructura	logos	propiedad conceptual
U3.6	<p>Algoritmo que resuelve el problema propuesto con la estructura mientras</p> <p><i>Algoritmo “cociente entero”</i></p> <p>comenzar</p> <p>leer DVDO, DIV</p> <p><math>R \leftarrow DVDO</math></p> <p><math>Q \leftarrow 0</math></p> <p>mientras <math>R \geq DIV</math> hacer</p> <p style="padding-left: 20px;"><math>R \leftarrow R - DIV</math></p> <p style="padding-left: 20px;"><math>Q \leftarrow Q + 1</math></p> <p>finmientras</p> <p>escribir ‘DIVIDENDO:’, DVDO, ‘DIVISOR:’, DIV, ‘COCIENTE:’, Q, ‘RESTO:’, R</p> <p>fin</p>	<p>praxis</p> <p>logos</p> <p>lenguaje</p>	<p>representación-acción</p> <p>notación sintáctica</p>

Llamamos entidades primarias o simples a aquellas que pertenecen a una sola componente del triplete. Llamamos entidades mixtas a las que, por sus características, pueden pertenecer a más de una componente del triplete.

Dadas las características de la disciplina, hacemos la descomposición en unidades semióticas en forma muy particular. Esto no se contrapone con las creencias de Rodino, dado que él mismo es muy flexible en la descomposición en unidades de los textos para el análisis. Si bien la separación debe llevarse a cabo cuando se pasa de una componente de un tipo a otra de otro tipo, por ejemplo de una componente logos a una praxis o de una lenguaje a una logos, etc., acepta como factible la unión de unidades simples en unidades globales, como así también, la descomposición de unidades en subunidades más pequeñas.

Por lo tanto en nuestro caso, muchas de las unidades descriptas en la Tabla 1 del trabajo son en sí mismas mixtas, es decir, en ellas aparecen distintas componentes del triplete que define el concepto o elemento analizado.

En esos casos, las entidades encontradas corresponden a una u otra clasificación, pero existen entidades que por sí mismas responden a la condición de mixtas, en el sentido que perteneciendo, por ejemplo, a la praxis pueden también, por sus características, pertenecer al logo o al lenguaje, como veremos a continuación.

### 3.2 Las distintas entidades que identificamos

Dentro del LOGOS (Fig.1)

- Argumentación: consideración necesaria en pos de la construcción del LOGOS del objeto en cuestión (entidad simple).
- Concepto: definición (entidad simple).
- Notación sintáctica: subconjunto de reglas que definen la secuencia correcta de los elementos del lenguaje que intervienen en las estructuras (entidad mixta).
- Propiedad conceptual: característica distintiva de cada objeto en su definición (entidad simple).
- Propiedad estructural: característica distintiva del objeto (entidad simple).

Observación: Cuando calificamos a la entidad dentro del LOGOS como propiedad estructural nos referimos a la Programación y no a las estructuras de repetición en particular.

No es propia al objeto en particular en estudio (estructuras de repetición) sino que es una propiedad común a distintas estructuras dentro de la Programación.

- Propiedad funcional: característica distintiva de cada objeto en su funcionamiento (entidad simple).

Dentro de la PRAXIS (Fig.2)

- Representación-acción: forma de escribir un algoritmo o parte de él (cómo lo representamos según lo que debe hacer).
- Situación problemática: descripción de un conflicto a resolver. En la solución de la situación problemática se identifican las distintas características del objeto, en este caso, de esa estructura (entidad simple).

Dentro del LENGUAJE (Fig.3)

- Representación funcional: forma de describir una propiedad funcional. Estamos representando el funcionamiento de cada estructura, es decir, cómo notamos ese funcionamiento (entidad simple).

Como resultado de aquel análisis, definimos las siguientes entidades que graficamos a continuación en las Fig.1, Fig.2 y Fig.3.

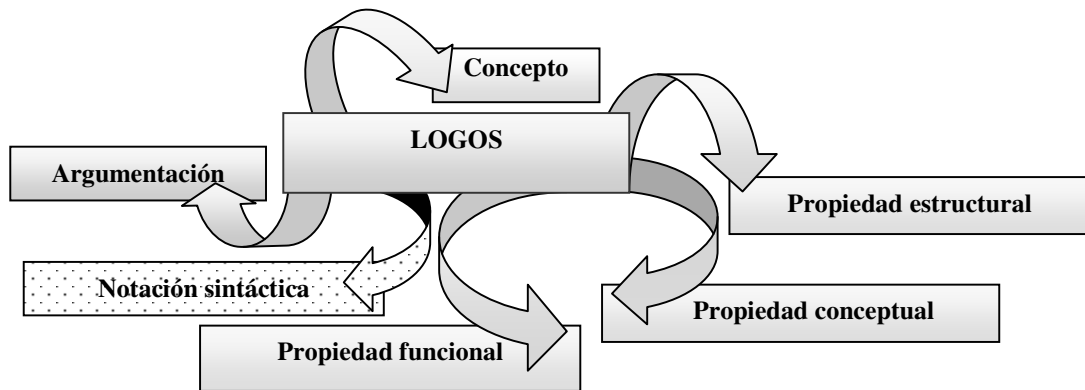


Fig 1: Entidades simples y mixtas del Logos

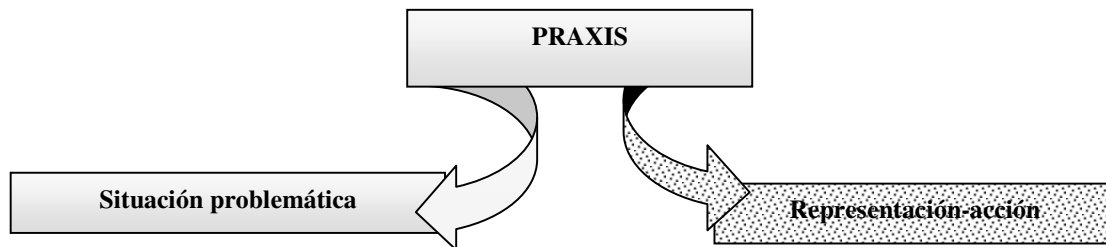


Fig 2: Entidades simples y mixtas de la Praxis

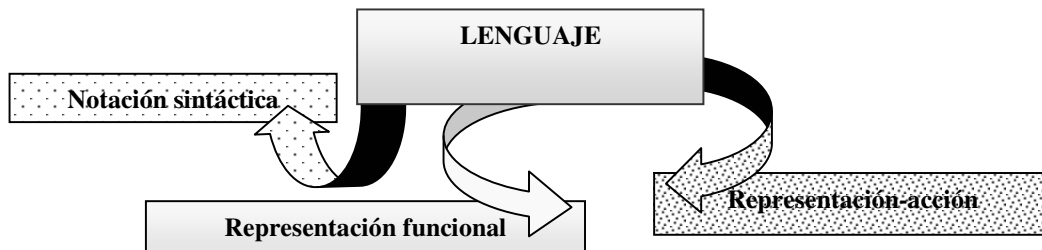


Fig 3: Entidades simples y mixtas del Lenguaje

#### 4 REFINAMIENTO DEL ANÁLISIS

El refinamiento lo realizamos sobre la unidad mixta U3.6 (Tabla 1)[10]. Es de interés presentar el enunciado al que responde el algoritmo de resolución que aparece en dicha unidad.

**Enunciado:** Dados dos números naturales que representan el dividendo y el divisor, el algoritmo debe calcular el cociente entero y el resto [1].

En la Tabla 2 presentamos la descomposición realizada, determinamos ocho unidades de las cuales la U5 y la U6 las descomponemos en subunidades.

Tabla 2: Refinamiento del análisis ontosemiótico de la unidad U3.6

U3.6	Refinamiento	Unidades	Componentes del triplete	Entidades Simple	Entidades Mixtas	Subentidades
U1		Algoritmo que resuelve el problema con la estructura mientras	Logos	Argumentación		
U2		<i>Algoritmo” cociente entero”</i>	Lenguaje		Notación sintáctica	
U3		<i>comenzar</i>	Logos-Lenguaje		Notación sintáctica	
U4		<i>leer DVDO, DIV</i>	Log-Prax-Leng	Prop. funcional	Rep.-Acción	Asig. externa
U5	U5.1	$R \leftarrow DVDO$	Log-Prax-Leng	Prop. funcional	Rep.-Acción	Asig. interna de variable
	U5.2	$Q \leftarrow 0$	Log-Prax-Leng	Prop. funcional	Rep.-Acción	Asig. interna de constante
U6	U6.1	<i>mientras <math>R \geq DIV</math> hacer</i>	Log-Prax-Leng	Prop. funcional	Rep.-Acción	
	U6.2	$R \leftarrow R - DIV$	Log-Prax-Leng	Prop. funcional	Rep.-Acción	Acum. c/paso var.
	U6.3	$Q \leftarrow Q + 1$	Log-Prax-Leng	Prop. funcional	Rep.-Acción	Acum. c/paso cte.
	U6.4	<i>finmientras</i>	Log-Prax-Leng	Prop. funcional	Rep.-Acción	
U7		<i>escribir ‘DIVIDENDO:’, DVDO, ‘DIVISOR:’, DIV, ‘COCIENTE:’, Q,, ‘RESTO:’, R</i>	Log-Prax-Leng	Prop. funcional	Rep.-Acción	Muestra al exterior
U8		<i>fin</i>	Logos-Lenguaje		Notación sintáctica	



En la Tabla 3 describimos en detalle cada una de las unidades y subunidades en que hemos descompuesto a U3.6

**Tabla 3: Descripción del refinamiento**

Unidad	Sub unidad	Descripción del refinamiento realizado en Tabla 2
U1		Se trata de una argumentación (entidad simple) que aclara que se resolverá el problema con la estructura <i>mientras</i> , dado que se planteó en el texto [1] que el problema no puede resolverse con la estructura <i>repetir</i> . Es un elemento de la componente logos que argumenta cómo será tratada la resolución del problema.
U2		Se trata de una notación sintáctica (entidad mixta). En este caso pertenece sólo al lenguaje pues es el nombre del algoritmo.
U3		Tiene que ver con la sintaxis exigida para comenzar el algoritmo, por lo tanto pertenece al logos pero, además, es una representación de ese comienzo; luego, también, pertenece al lenguaje, tratándose de la entidad mixta notación sintáctica.
U4		Es una propiedad funcional (simple) y además una representación-acción (mixta). Estas entidades pertenecen a logos, y a praxis y lenguaje, respectivamente. Se trata de una subentidad “asignación externa de lectura”, entrada de datos, en este caso dos datos que corresponden a las variables: DVDO y DIV.
U5		La descomponemos en dos subunidades. Ambas asignaciones internas.
	U5.1	Las entidades intervinientes son: propiedad funcional (simple) y representación-acción (mixta). Definimos así la subentidad: “asignación interna de variable”.
	U5.2	Las entidades intervinientes son: propiedad funcional (simple) y representación-acción (mixta). Definimos así la subentidad: “asignación interna de constante”.
U6		La descomponemos en cuatro subunidades: la primera, inicio de la estructura de iteración con condición; las dos siguientes, acumuladores y, la última, cierre de la estructura.
	U6.1	Las entidades intervinientes son: propiedad funcional (simple) y representación-acción (mixta).
	U6.2	Las entidades intervinientes son: propiedad funcional (simple) y representación-acción (mixta). Definimos así la subentidad: “acumulación con paso variable”
	U6.3	Las entidades intervinientes son: propiedad funcional (simple) y representación-acción (mixta). Definimos así la subentidad: “acumulación con paso constante”.
	U6.4	Las entidades intervinientes son: propiedad funcional (simple) y representación-acción (mixta).
U7		Es una propiedad funcional (simple) y además una representación-acción (mixta). Estas entidades pertenecen a logos, y a praxis y lenguaje, respectivamente. Se trata de una subentidad: “muestra al exterior”.
U8		Tiene que ver con la sintaxis exigida para finalizar el algoritmo, por lo tanto pertenece al logos pero, además, es una representación de ese final, luego también pertenece al lenguaje, tratándose de la entidad mixta notación sintáctica.

## 5 CONCLUSIONES

El análisis presentado forma parte del inicio de la investigación en pos de construir un modelo teórico que permita mejorar el proceso instruccional de la Algoritmia para la Programación. Obtuvimos elementos que nos permiten comenzar a esbozar este modelo. Las entidades encontradas, resultado del análisis del texto, nos dan los primeros elementos.

El trabajo realizado muestra la potencialidad del enfoque teórico-metodológico desarrollado por Godino para reconocer y caracterizar los elementos de significado de aquellos objetos intervinientes en la Programación, dentro de ciertos paradigmas, desde una perspectiva antropológica y semiótica. Creemos que estamos encaminadas en el esclarecimiento, a través de un lenguaje metodológico de referencia, de los posibles obstáculos que se presentan en este proceso instruccional.

Desde la perspectiva sistémica que mencionáramos al comienzo, nos interesan también otros aspectos: los cognitivos y los didácticos. Trabajamos en pos de construir nuevas trayectorias didácticas y analizar en qué medida las mismas pueden favorecer el aprendizaje significativo y la negociación de significados.

Nos parece oportuno destacar la mención que hace Godino:

"Une théorie n'est pas la connaissance, elle permet la connaissance. Une théorie n'est pas une arrivée. C'est la possibilité d'un départ. Une théorie n'est pas une solution, c'est la possibilité de traiter un problème" [8].

Nuestros próximos pasos se orientan hacia la consolidación de lo desarrollado hasta el momento, analizando otros conceptos intervinientes en la Programación y testeando la existencia de las entidades primarias y mixtas halladas en pos de lograr una identificación sistémica de la didáctica de esta disciplina.

## REFERENCIAS

- [1] Braunstein, S., Gioia, A. Introducción a la programación y a las estructuras de datos. Editorial EUDEBA, Buenos Aires Argentina, 1995
- [2] Brousseau, G. Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques recherches en didactique des mathématiques Vol 7 Nro. 2 ,pp 33-115, 1983
- [3] Davis, Philip y Reuben Hersch. Experiencia matemática. Barcelona. Ed. Labor, 1989
- [4] Godino, J. D. y Batanero, C. Funciones semióticas en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática IX Seminário de Investigaçao en Educaçao Matematica Viana do Castelo: Associação de Profesores de Matemática [Recuperable en URL: <http://www.ugr.es/local/jgodino/articulos.htm>] I.Vale y J. Portela (Eds.), 1999
- [5] Godino, J. D. Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 22 (2/3): 237-284, 2002

- [6] Godino Juan D. *Teoría de las Funciones Semióticas*. Trabajo de investigación para optar a la Cátedra de Universidad de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada [www.ugr.es/~jgodino/funciones-semióticas/monografiatfs.pdf](http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semióticas/monografiatfs.pdf), 2003
- [7] Godino, J. D. *Teoría de las Funciones Semióticas en Didáctica de la Matemática: Un Enfoque Ontológico-Semiótico de la Cognición e Instrucción Matemática*. [www.ugr.es/~jgodino/funciones-semióticas/monografiatfs.pdf](http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semióticas/monografiatfs.pdf) , 2006
- [8 ] Morin, E. *Science avec conscience*. París: Fayard, 1990
- [9] Taiana, A., Alarcon, C., Gagliano, G., Mainieri, R. y otros Conceptualización de elementos esenciales de la algoritmia en la programación, Memorias VCAREM, 2005
- [10] Taiana, A. Alarcón, C. Gagliano, G., Morelli, M.A. Un Análisis Ontosemiótico de las Estructuras de Control de Repetición en la Modelización del Conocimiento de la Algoritmia. 8vo.Seminario de Educación Matemática (8vo. SEM) Centro Cultural Borges. Buenos Aires. CD: Registro ISBN-10: 987-20239-4-8; ISBN-13:978-987-20239-4-2,2006
- [11] Taiana, A. Utges, G. Un Análisis Semiótico del Significado de la Integral Definida en Textos Universitarios de Cálculo. Memorias VII SEM Simposio de Educación Matemática Chivilcoy, Argentina. Registro nº ISBN 987-20239-3-X, 2005
- [12 ] Utges, G. Jardón, A. La enseñanza y aprendizaje de conceptos complejos. En busca de referentes teóricos para comprender las dificultades de los estudiantes en la comprensión del concepto de onda. Memoria VI SIEF, Corrientes, Argentina, 2002.
- [13] Vergnaud, G. La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 10 (2-3).133-170, 1990.
- [14] Wittgenstein, L. *Investigaciones filosóficas*. Barcelona, Crítica, 1953